iLERNA.

MÓDULO 03

Protección Radiológica

CFGS Técnico en Imagen para el Diagnóstico y Medicina Nuclear



Tema 1

Interacción de las radiaciones ionizantes con el medio biológico

ILERNA

Etapas de interacción de la radiaci

ETAPA	DEFINICIÓN	FENÓMENOS
ETAPA FÍSICA	Interacción inmediata entre los fotones de radiación y los electrones del átomo	● Efecto Fotoeléctrico ● Efecto Compton ● Producción de pares
ETAPA QUÍMICA	Interacción de la radiación con las células	● Acción directa ● Acción indirecta (radicales libres)
ETAPA BIOLÓGICA	Interacción con tejidos biológicos. Consecuencias de la radiación	● Lesión letal ● Lesión subletal ● Lesión celular inmediata ● Lesión celular en diferido

Efectos Biológicos según la dosis

A nivel corporal y de órganos, los efectos biológicos radioinducidos se clasifican en dos grandes grupos:

-**Efectos estocásticos** (aleatorio

-**Efectos deterministas** (no aleatorios)



FRECUENCIA

DOSIS

SEVERIDAD

DOSIS

Efectos estocásticos (aleatorios

Son los efectos que se pueden producir por exposición a dosis bajas de radiación ionizante.

No necesitan una dosis umbral (mínima) par producirse, aunque dosis mayores incrementan probabilidad de que ocurra un efecto.

Los efectos suelen ser de aparición en diferido, y principalmente derivan en cáncer.

iLERNA.

Efectos deterministas (no aleatori

Efecto determinista

Efecto

Dosis umbral

Dosis

Dosis sin efectos deterministas



Se producen a partir de una **dosis umbral** (mínima), y resultan en la pérdida de u número elevado de células en el organismo

Los efectos son más graves y repentinos al aumentar las dosis de radiación.

La dosis umbral depende del tejido, tipo de radiación, y estado del individuo afectado.

Efectos Biológicos según la dosis

A nivel corporal y de órganos, los efectos biológicos radioinducidos s clasifican en dos grandes grupos:

-**Efectos estocásticos** (aleatorios)
-**Efectos deterministas** (no aleatorios)

	Efectos deterministas	Efectos estocásticos
Mecanismo	Lesión letal (muchas células)	Lesión subletal (una o pocas células)
Naturaleza	Somáticos	Somáticos y hereditarios
Gravedad	Dosisdependiente	Independiente de dosis
Relación dosis-efecto	Lineal	Lineal-cuadrática
Umbral	Sí	No
Aparición	Corto-medio plazo	Largo plazo



Efectos estocásticos

-No presentan dosis umbral por debajo de la cual la radiación no ti consecuencias.

-A mas dosis, más probabilidad de que se den (lo

-Afecta a células somáticas = tumores

-Afecta a células germinales = efecto hereditario

-Si se dan siempre son graves, aparecen tras varios años de latenc (latencia más corta 2 años, leucemia)

Efectos deterministas

-Existe dosis umbral, por debajo de la cual no hay efectos, pero si supera esa dosis (normalmente son muy altas) el efecto es seguro

-Los efectos deterministas provocan muerte c

-La gravedad del efecto aumenta con la dosis

-Normalmente aparecen tras periodos cortos de tiempo.

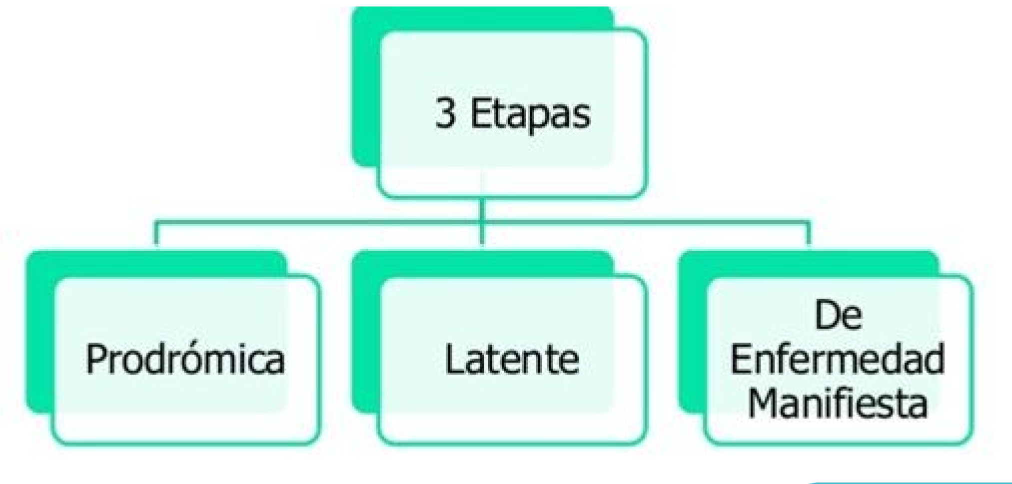
-Ejemplos: vómitos, quemaduras, cataratas*, síndromes de irradia corporal...

iLERNA

Efectos de la radiación sobre el individuo adulto

El **síndrome de irradiación corporal** es el conjunto de signos y síntomas que podemos observar en un paciente que ha sufrido una alta dosis de radiación.

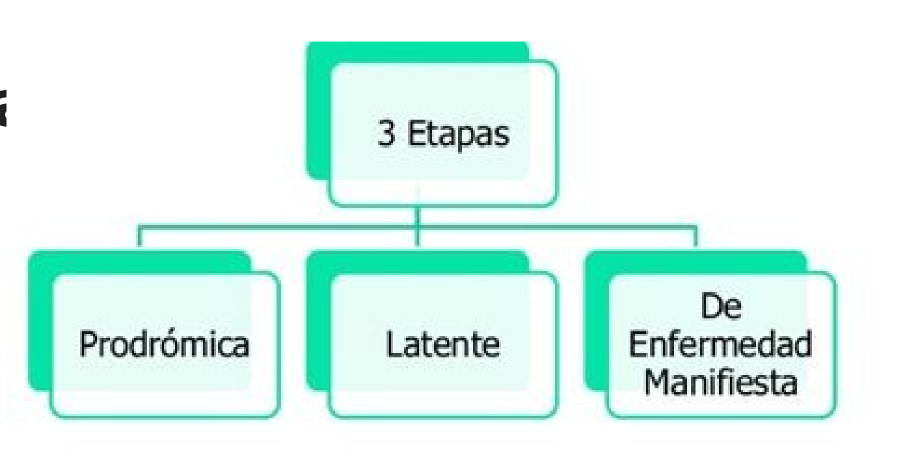
Según el tejido afectado, podemos dividir los síndromes en 3 tipos:
-Síndrome de médula ósea
-Síndrome gastrointestinal
-Síndrome del sistema nervioso central



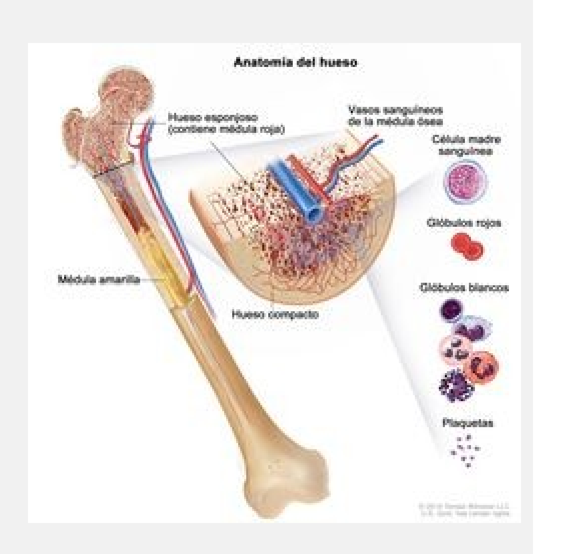
Efectos de la radiación sobre el individuo adulto

Síndrome de médula ósea

Aparece cuando la médula es expuesta a dosis de unos 10Gy.



Duración:	Unas pocas horas después de la exposición	3 semanas (aproximadamente)	Se inicia en la 3ª semana, y dura hasta la 5ª(si el paciente sobrevive)
Efectos:	Náuseas y vómitos	No hay efectos detectables	Anemia, infecciones por falta de glóbulos blancos...



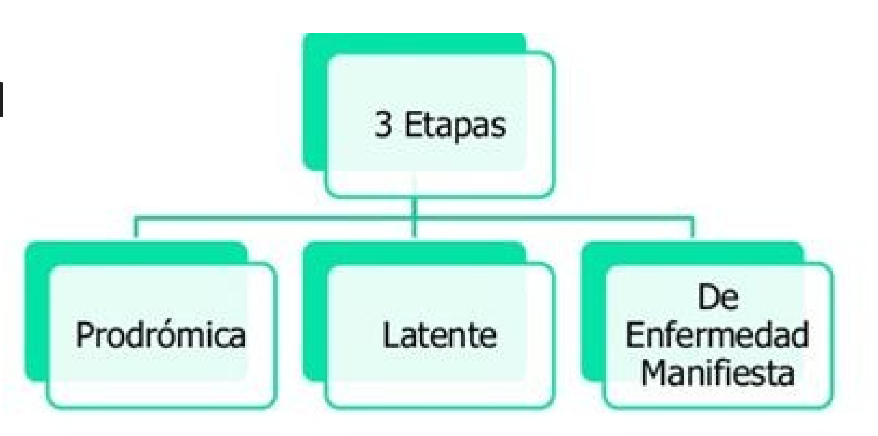
iLERNA.

Efectos de la radiación sobre el individuo adulto

Síndrome gastrointestinal

Aparece cuando los órganos del tracto digestivo se ven expuestos a dosis de entre 10 y 20 Gy.





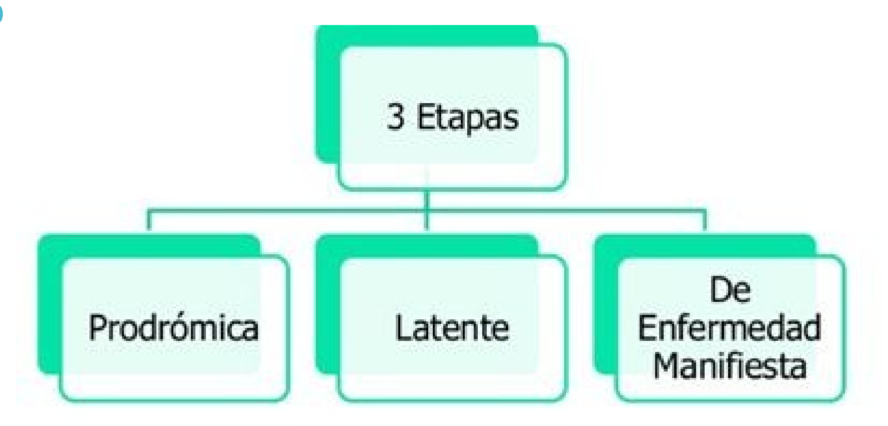
Duración:	Unas pocas horas después de la exposición	Entre 2 y 5 días	A partir del 6º o 7º día.
Efectos:	Náuseas y vómitos	No hay efectos detectables	Náuseas, diarreas y fiebre. Grave riesgo de deshidratación y desnutrición. (Barrera mucosa intestinal)

Efectos de la radiación sobre el individuo adulto

Síndrome SNC

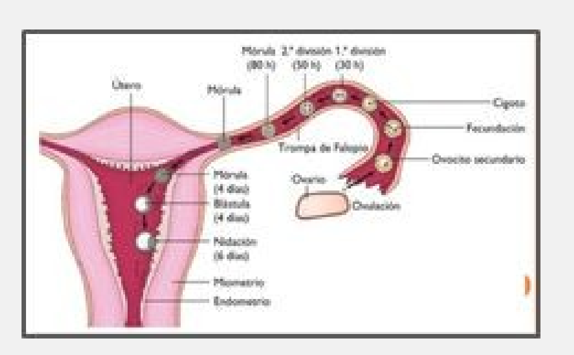
Aparece cuando el SNC se ve expuestos a dosis de entre 100 y 150 Gy.

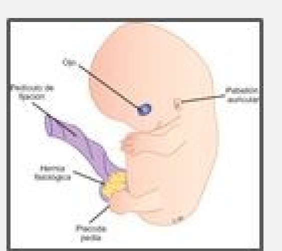




Duración:	Unas pocas horas después de la exposición	Entre unos minutos y horas	El mismo día de la irradiación
Efectos:	Náuseas, vómitos y desorientación	No hay efectos detectables	Desorientación, disnea, convulsiones y coma (casi siempre es mortal)

Efectos sobre embrión/feto







Debido a la dificultad para obtener datos experiment existe poca información exacta sobre los efectos de la radiación en embriones y fetos, pero encontramos conser en dividir el periodo en 3 fases:

-**Fase de preimplantación** (0-10 días): Dosis muy b pueden producir muerte prenatal.

-**Fase de organogénesis** (10 días 6 semanas): Es r probable que se produzcan malformaciones, siendo m probables y más graves en las primeras semanas.

-**Desarrollo fetal** (6 semanas - 9 meses): Se pueden producir algunas lesiones, como retrasos en el crecimient problemas de desarrollo nervioso.



Preguntas de repaso

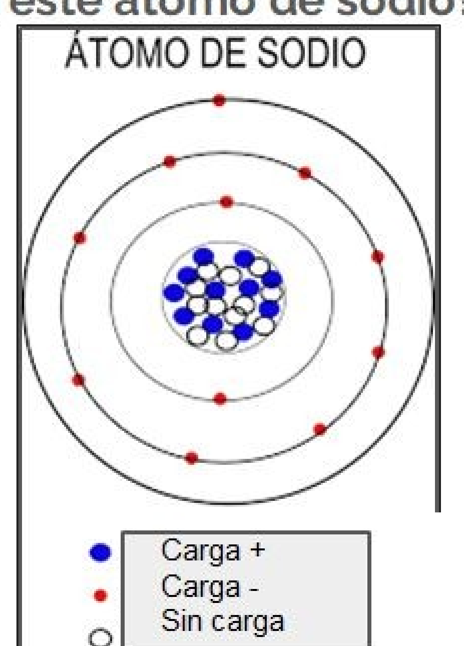
¿Cuántos protones podemos ver en este átomo de sodio?:

1- 10

2- 11

3- 12

4- 13





Preguntas de repaso

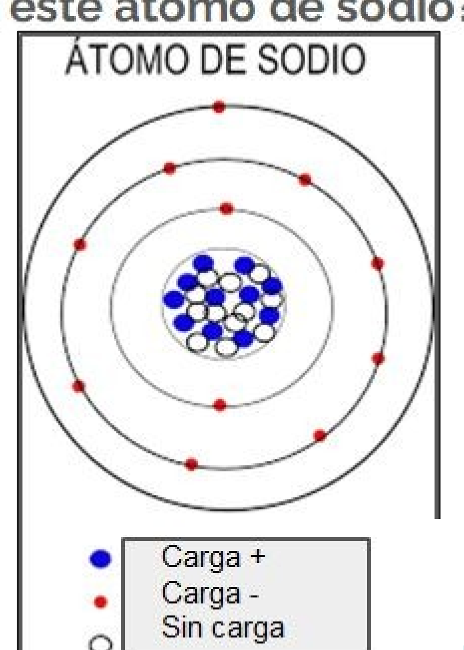
¿Cuántos protones podemos ver en este átomo de sodio?:

1- 10

2- 11

3- 12

4- 13





Preguntas de repaso

Un paciente recibe una dosis equivalente en su hígado de 10 Sieverts,

¿Cuál será su dosis efectiv

1- 0,12 Sv

2- 0,4 Sv

3- 0,8 Sv

4- 0,1 Sv

Órgano/Tejido	Factor de ponderación de los tejidos w_T	Contribución total $\sum^{w}$
Pulmones, estómago, médula ósea, mamas y resto (1)	0,12	0,72
Gónadas (2)	0,08	0,08
Tiroides, esófago, vejiga e hígado	0,04	0,16
Superficie ósea, piel, cerebro y glándulas salivales	0,01	0,04
Resto(1): suprarrenales, tejido extratorácico, vesícula biliar, corazón, riñón, músculo, mucosa oral, páncreas, próstata, intestino delgado, bazo, timo, útero/cérvix. Gónadas (2): media de las dosis a los testículos y a los ovarios.		
Fuente: Recomendaciones de la ICRP (2007). Publicación 103.		



Preguntas de repaso

Un paciente recibe una dosis equivalente en su hígado de 10 Sieverts,

¿Cuál será su dosis efectiv

1- 0,12 Sv

2- 0,4 Sv

3- 0,8 Sv

4- 0,1 Sv

Órgano/Tejido	Factor de ponderación de los tejidos w_T	Contribución total $\sum^{w}$
Pulmones, estómago, médula ósea, mamas y resto [1]	0,12	0,72
Gónadas [2]	0,08	0,08
Tiroides, esófago, vejiga e hígado	0,04	0,16
Superficie ósea, piel, cerebro y glándulas salivales	0,01	0,04
Resto[1]: suprarrenales, tejido extratorácico, vesícula biliar, corazón, riñón, músculo, mucosa oral, páncreas, próstata, intestino delgado, bazo, timo, útero/cérvix. Gónadas [2]: media de las dosis a los testículos y a los ovarios.		
Fuente: Recomendaciones de la ICRP (2007). Publicación 103.		



Preguntas de Repaso

Tipo de radiación	Factor w_R de ponderación de la radiación
Fotones (X o γ)	1
Electrones o muones	1
Protones y piones cargados	2
Partículas alfa, fragmentos de fisión e iones pesados	20
Neutrones	Curva continua función de la energía de los neutrones

Fuente: Recomendaciones de la ICRP (2007). Publicación 103.

Órgano/Tejido	Factor de ponderación de los tejidos w_T	Contribución total $\sum w_T$
Pulmones, estómago, médula ósea, mamas y resto [1]	0,12	0,72
Gónadas [2]	0,08	0,08
Tiroides, esófago, vejiga e hígado	0,04	0,16
Superficie ósea, piel, cerebro y glándulas salivales	0,01	0,04

Resto[1]: suprarrenales, tejido extratorácico, vesícula biliar, corazón, riñón, músculo, mucosa oral, páncreas, próstata, intestino delgado, bazo, timo, útero/cérvix.
Gónadas [2]: media de las dosis a los testículos y a los ovarios.

Fuente: Recomendaciones de la ICRP (2007). Publicación 103.

La dosis absorbida de un paciente es de Gy y hemos empleado protones. Si se ha aplicado en sus pulmones.

¿Cuál será su dosis efectiva?

1- 2,4 Sv

2- 2,8 Sv

3- 2,4 Gy

4- 3,1 Gy



Tipo de radiación	Factor w_R de ponderación de la radiación
Fotones (X o γ)	1
Electrones o muones	1
Protones y piones cargados	2
Partículas alfa, fragmentos de fisión e iones pesados	20
Neutrones	Curva continua función de la energía de los neutrones

Fuente: Recomendaciones de la ICRP (2007). Publicación 103.

Órgano/Tejido	Factor de ponderación de los tejidos w_T	Contribución total $\sum^{w_T}$
Pulmones, estómago, médula ósea, mamas y resto [1]	0,12	0,72
Gónadas [2]	0,08	0,08
Tiroides, esófago, vejiga e hígado	0,04	0,16
Superficie ósea, piel, cerebro y glándulas salivales	0,01	0,04

Resto[1]: suprarrenales, tejido extratorácico, vesícula biliar, corazón, riñón, músculo, mucosa oral, páncreas, próstata, intestino delgado, bazo, timo, útero/cérvix.
Gónadas [2]: media de las dosis a los testículos y a los ovarios.

Fuente: Recomendaciones de la ICRP (2007). Publicación 103.

Preguntas de Repaso

La dosis absorbida de un paciente es de Gy y hemos empleado protones. Si se ha aplicado en sus pulmones.

¿Cuál será su dosis efectiva?

1- 2,4 Sv

2- 2,8 Sv

3- 2,4 Gy

4- 3,1 Gy



Preguntas de repaso

¿Cuál es la unidad radiológica con la que medimos la dosis absorbida?

1- Becquerel

2- Grey

3- Sievert

4- Rad





Preguntas de repaso

¿Cuál es la unidad radiológica con la que mediremos la dosis absorbida?

1- Becquerel

2- Grey

3- Sievert

4- Rad



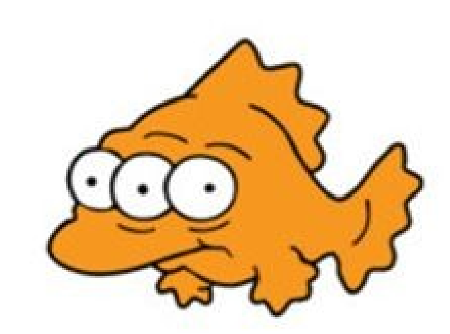
iLERNA.

Unidades Radiológicas

SIMPSONS GUIDE TO RADIATION







Becquerel (BQ)
Medimos la potencia de la radiación
[Radiactividad]

Gray (Gy)
Medimos la potencia de la radiación que llega al cuerpo
[Dosis absorbida]

Sieverts (Sv)
Medimos el efecto que la radiación puede tener sobre el cuerpo
[Dosis equivalente y Dosis efectiva]



Preguntas de repaso

¿Qué dosis equivalente resultaría de una exposición a 200 Greys un haz de protones?

1- 200 Greys

2- 400 Greys

3- 200 Sieverts

4- 400 Sieverts

Tipo de radiación	Factor w_R de ponderación de la radiación
Fotones (X o γ)	1
Electrones o muones	1
Protones y piones cargados	2
Partículas alfa, fragmentos de fisión e iones pesados	20
Neutrones	Curva continua función de la energía de los neutrones

Fuente: Recomendaciones de la ICRP (2007). Publicación 103.



Preguntas de repaso

¿Qué dosis equivalente resultaría de una exposición a 200 Greys un haz de protones?

1- 200 Greys

2- 400 Greys

3- 200 Sieverts

4- 400 Sieverts

Tipo de radiación	Factor w_R de ponderación de la radiación
Fotones (X o γ)	1
Electrones o muones	1
Protones y piones cargados	2
Partículas alfa, fragmentos de fisión e iones pesados	20
Neutrones	Curva continua función de la energía de los neutrones

Fuente: Recomendaciones de la ICRP (2007). Publicación 103.



Preguntas de repaso

Si un fotón radiactivo impacta con una molécula del interior celu ¿cuál de los siguientes será el efecto más dañino?

1- Ionización de proteínas

2- Rotura doble en la cadena de ADN

3- ionización de ácidos grasos

4- Rotura simple en la cadena de ADN





Preguntas de repaso

Si un fotón radiactivo impacta con una molécula del interior celu ¿cuál de los siguientes será el efecto más dañino?

1- Ionización de proteínas

2- Rotura doble en la cadena de ADN

3- ionización de ácidos grasos

4- Rotura simple en la cadena de ADN





Preguntas de repaso

Las quemaduras provocadas por altas dosis en los tratamientos d radioterapia son:

1- Un efecto determinista porque no es aleatoria y necesita superar un umbral

2- Un efecto determinista porque es aleatorio y no necesita superar un umbral

3- Un efecto estocástico porque es aleatorio y no necesita superar un umbral

4- Un efecto estocástico porque no es aleatorio y no necesita superar un umbral



Preguntas de repaso

Las quemaduras provocadas por altas dosis en los tratamientos radioterapia son:

1- Un efecto determinista porque no es aleatorio y necesita superar un umbral

2- Un efecto determinista porque es aleatorio y no necesita superar un umbral

3- Un efecto estocástico porque es aleatorio y no necesita superar un umbral

4- Un efecto estocástico porque no es aleatorio y no necesita superar un umbral

iLERNA

Preguntas de repaso

¿Cómo se llama la molécula que se forma en la acción indirecta d etapa química por la interacción de un fotón y una molécula de a

1- Electrón

2- Protón

3- Radical libre

4- Doble rotura de cadena del ADN



iLERNA

Preguntas de repaso

¿Cómo se llama la molécula que se forma en la acción indirecta d
etapa química por la interacción de un fotón y una molécula de a

1- Electrón

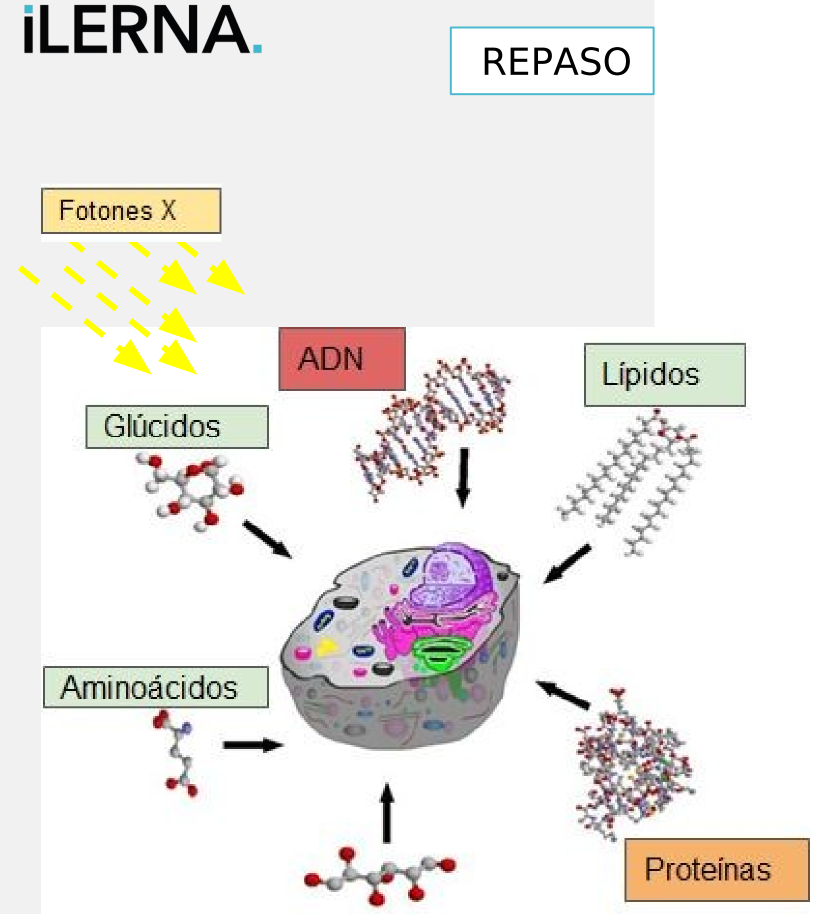
2- Protón

3- Radical libre

4- Doble rotura de cadena del ADN



Etapas de la interacción con la radiación ionizante

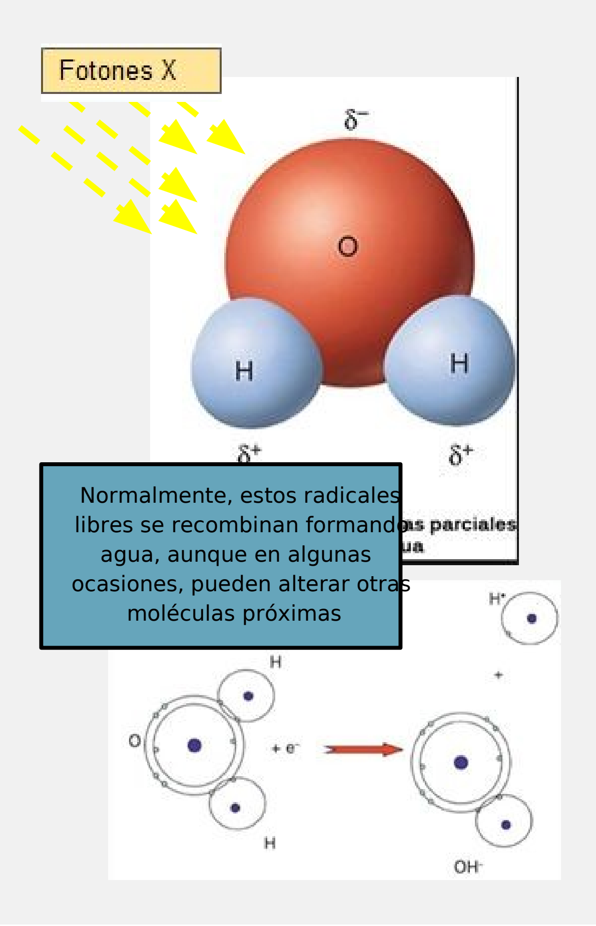


ETAPA QUÍMICA

-Acción directa:

Tiene lugar cuando la ionizacionesse producen directamente sobre las macromoléculas celulares.

Estos efectos se explican por la llamada "teoría de impacto", según la cual, existen muchas moléculas sin importanciaen la célula que pueden ser impactadas sin efectos adversos, pero si la radiación afecta a una de las **moléculas clave** (como el ADN), se pueden producir graves lesiones en el organismo.

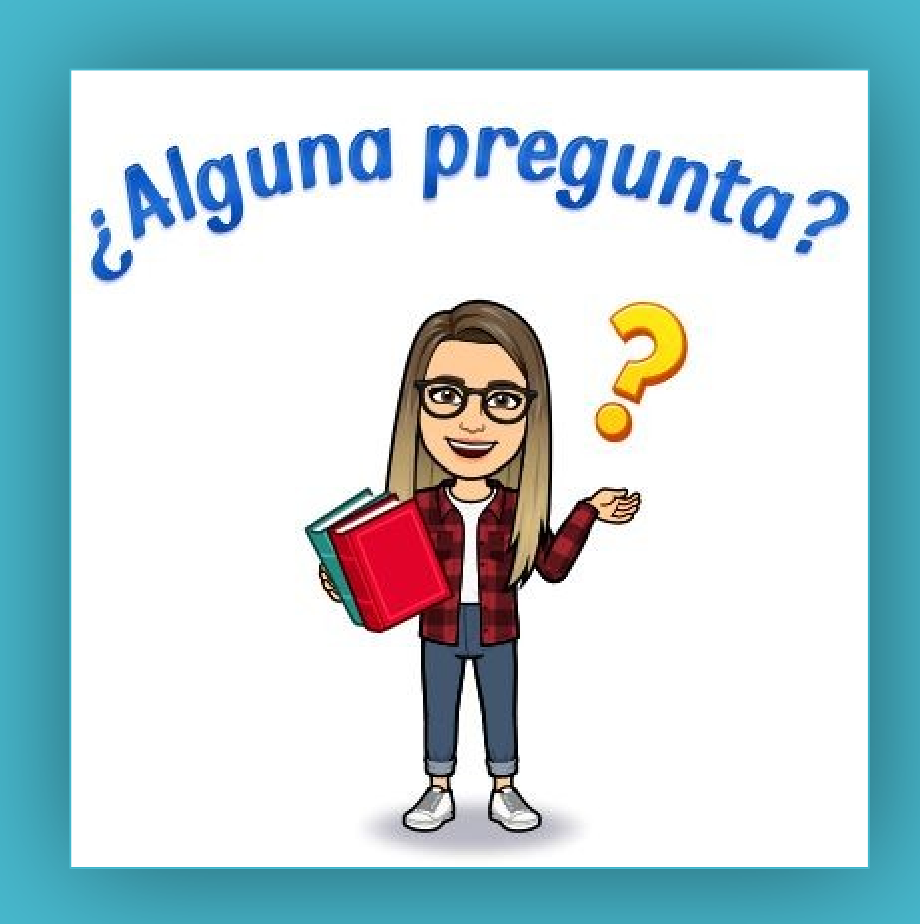


ETAPA QUÍMICA

-Acción indirecta:

Se produce cuando la radiación **ioniza** las moléculas de agua del medio celular.

Se producen radicales libres que pueden interaccionar con las macromoléculas de la célula, provocando lesiones graves si alteran el ADN.


¿Alguna pregunta?


stay
POSITIVE
WORK
HARD, MAKE IT
happen